

Analisis Pengaruh Variasi Kedalaman Takikan Pada Kuat Lentur Balok Kayu Durian

Anisa Septiana Savitri^{1,a}, Zainul Faizien Haza², M. Afif Shulhan³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa,
Yogyakarta
aanisaseptiana2@gmail.com

Abstrak

Takikan merupakan cara untuk membuat sambungan pada kayu sebagai bahan konstruksi, karena kayu memiliki panjang terbatas. Didalam SNI 7973-2013 dijelaskan struktur lentur tidak boleh ditakik melebihi ketentuan yang sudah ada.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui beban maksimum yang dapat diterima balok kayu durian yang ditakik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis pengaruh tinggi takikan pada kuat lentur balok kayu durian.

Berdasarkan analisis pengaruh tinggi takikan pada kuat lentur balok kayu durian mendapatkan hasil untuk balok kayu dengan ukuran utuh tanpa takikan beban maksimum sebesar 5943 N dengan tegangan sebesar 54,578 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 10 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 4366 N dengan tegangan sebesar 54,575 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 20 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 3032 N dengan tegangan sebesar 54,576 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 30 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 1940 N dengan tegangan sebesar 54,562 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 40 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 1091 N dengan tegangan sebesar 54,55 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 50 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 485 N dengan tegangan sebesar 54,562 N/mm². Pada balok kayu dengan ukuran tinggi takikan 60 mm dan lebar 300 mm beban maksimum sebesar 121 N dengan tegangan sebesar 54,45 N/mm².

Kata Kunci : Kuat Lentur, Takikan, Kayu Durian

Latar Belakang

Kayu adalah salah satu bahan bangunan yang sudah dikenal masyarakat dan merupakan bahan yang sering dipergunakan, termasuk sebagai bahan konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai struktur dan non struktur bangunan. Di Indonesia terdapat banyak jenis pohon sehingga jenis kayu dan sifatnya berbeda-beda, untuk itu perlu diadakannya pengujian terhadap kayu yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan.

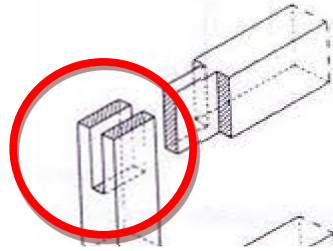
Kayu sebagai konstruksi memiliki beberapa kelebihan yaitu ringan, mudah dalam pengerjaan, memiliki nilai estetik, mudah didapat. Beberapa konstruksi bangunan menggunakan kayu seperti multiplek, daun pintu, bekisting dan kuda-kuda. Penggunaan kayu untuk konstruksi diperlukan pemilihan kayu yang sesuai dengan karakteristik dan sifat kayu. Sebelum digunakan kayu juga perlu diperiksa, pemeriksaannya dapat secara visual atau kasat mata.

Penggunaan kayu dalam konstruksi bangunan seperti kuda-kuda perlu adanya hitungan matematis yang dapat mempengaruhi kekuatan. Perhitungan matematis berkaitan dengan sifat mekanik kayu, dalam mekanika tersebut dikenal istilah tegangan dan regangan, kekuatan lentur atau *Modulus of Elasticity*.

Dalam ilmu konstruksi kayu terdapat keteguhan geser merupakan kekuatan kayu dalam kemampuannya menahan gaya-gaya sehingga suatu bagian kayu bergeser mendakti bagian didekatnya. Keteguhan lengkung (lentur) yaitu kekuatan menahan gaya-gaya yang melengkungkan kayu atau

menahan beban mati maupun beban hidup selain beban pukulan. Pada bagian struktur kuda-kuda kayu banyak hal yang perlu diperhatikan agar struktur berdiri dengan baik sesuai syarat-syarat dan perhitungan yang telah dilakukan. Salah satu yang perlu diperhatikan yaitu ukuran takikan pada sambungan kuda-kuda kayu.

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kedalaman takikan dalam kontruksi kuda-kuda menggunakan kayu durian. Karena ukuran takikan yang bervariasi juga dapat mempengaruhi kuat lentur pada kontruksi kuda-kuda kayu.



Gambar 1. Contoh Takikan

Tinjauan Pustaka

Analisis Elemen Hingga Perilaku Lentur Balok Kayu Jati (Tectonagrandis) Dengan Takikan Pada Tengah Bentang

Shulhan (2019) melakukan penelitian analisis elemen hingga perilaku lentur balok kayu jati dengan takikan ditengah bentang, penelitian ini bertujuan mengamati hubungan beban-lendutan, pola distribusi tegangan pada penampang, dan prediksi kuat lentur balok kayu jati mengalami pelapukan.

Penelitian ini menggunakan kayu jati sebagai benda uji dan menggunakan beberapa metode penelitian sebagai berikut:

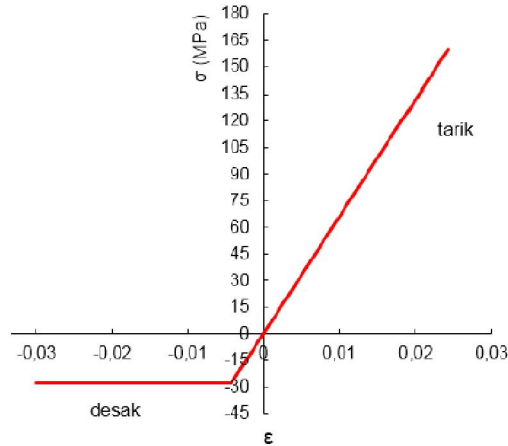
1. Sifat Mekanik Kayu Jati

Data mekanik kayu jati ditampilkan pada Tabel 1.

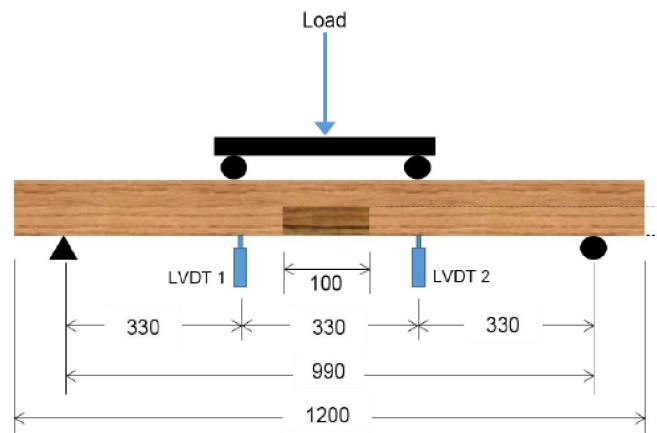
2. Pemodelan Elemen Hingga

Tabel 1. Data Mekanik Kayu Jati (dalam N/mm²) (Shulhan, 2019)

Sifat Mekanik Tarik			Sumber
MoE tarik //	E_1	17392.3	Shulhan dkk (2018)
Poisson ratio sb. 1-2	ν_{12}	0.225	Asumsi
Poisson ratio sb. 2-1	ν_{21}	0.005	Asumsi
Tegangan runtuh tarik //	σ_{1ult}	200.3	Shulhan dkk (2018)
Sifat Mekanik Desak			
MoE desak //	E_1	6611.7	Nugroho dkk (2017)
MoE desak \perp	E_2	500.7	Nugroho dkk (2017)
Modulus geser	G_{12}	2698.6	Shulhan dkk (2017)
Tegangan runtuh desak//	σ_{1ult}	25.03	Nugroho dkk (2017)
Tegangan leleh desak//	σ_{1y}	28.0	Nugroho dkk (2017)
Tegangan geser	τ_{12}	5.66	Shulhan dkk (2018)






Gambar 2. Grafik Konstitutif Elastoplastik Kayu Jati Arah Longitudinal (Shulhan, 2019)

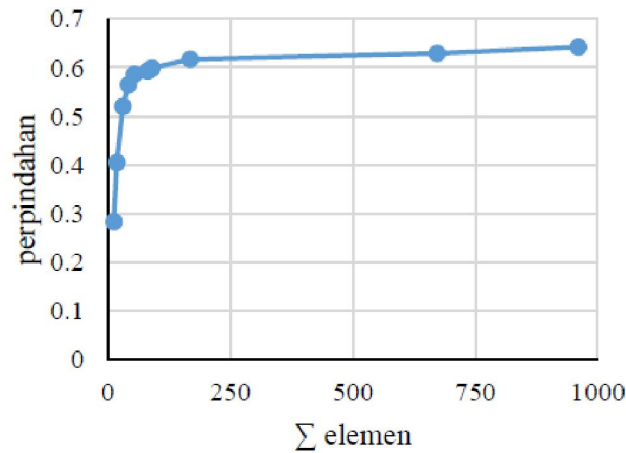


Gambar 3. Benda Uji Lentur Kayu Jati (Shulhan, 2019)

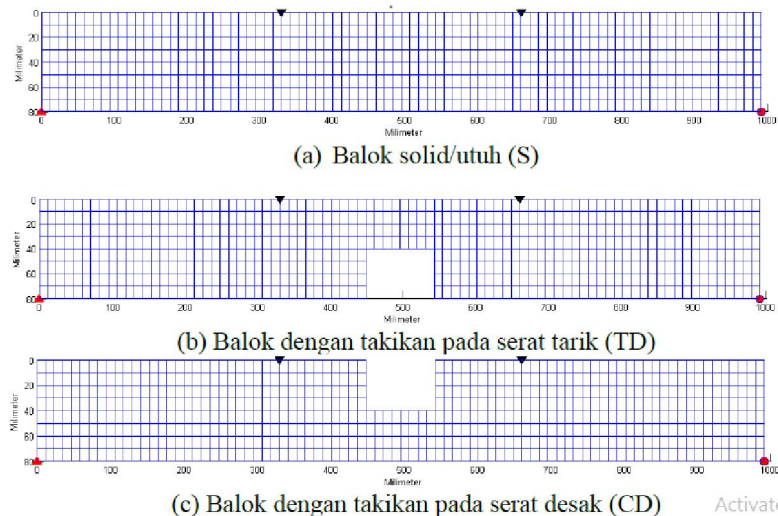
Penampang balok kayu jati sebesar 80 x 60 mm, panjang bentang 990 mm. dimodelkan *simple beam* menggunakan elemen 4 node *quadrilateral* dan *approximate function bilinear*. Hasil tes konvergensi model elemen hingga ditampilkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Variasi Benda Uji Lentur Kayu Jati (Shulhan, 2019)

Kode	Tipe
S	 Balok solid / utuh
TD	 Balok dengan takikan pada serat tarik
CD	 Balok dengan takikan pada serat desak



Gambar 4. Uji Konvergensi Elemen (Shulhan, 2019)



Gambar 5. Model Elemen Hingga Balok Kayu Jati (Shulhan, 2019)

3. *Plane Stress*
4. *Yield Function dan Flow Rule*
5. *Hill's Yield Function*
6. Konstitutif Inkremental Elastoplastik

Dari penelitian Shulhan (2019) dapat disimpulkan hasil analisis numerik balok kayu Jati Solid dengan takikan serat tarik dan serat desak, nilai beban maksimum belum dapat diprediksi akurat. Beban lentur maksimal cenderung *under estimate*. Kegagalan terjadi fase non-linier.

Pengaruh Pembuatan Takik Rebah Dan Takik Balas

Hidayat (2004) telah meneliti tentang pengaruh pembuatan takik rebah & takik balas terhadap arah jatuh pohon. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arah jatuh pohon dengan membuat takik rebah & takik balas agar dapat mengurangi jumlah limbah. Penelitian ini dilakukan di hutan tanaman di Pulau Laut, Kalimantan Selatan. Jumlah pohon yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 52 pohon.

Menurut Hidayat (2004) takik rebah (TR) benar apabila alas takik dibuat $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$ diameter batang, sedangkan atap takik dibuat kemiringan 30 - 45° sedangkan takik balas (TS) dibuat 4-10cm diatas takik rebah. Data pengamatan dikelompokkan berdasarkan pembuatan TR-TB(benar-benar), TR-TB(salah-benar), TR-TB(benar-salah), dan TR-TB(salah-salah) dan tanpa TR-TB pengelompokan ini menghasilkan arah jatuh pohon yang tepat dan menyimpang dari yang direncanakan.

Pembuatan takik B-S menghasilkan arah jatuh pohon sesuai rencana 4%, TB dibuat kurang dari 4cm alas TR. Pembuatan S-B menghasilkan 19% tepat sesuai rencana 2% menyimpang dari pohon contoh, atap TR dibuat dengan kemiringan kurang dari 30°. Pembuatan takik S-S menghasilkan 19% tepat 8% menyimpang dari pohon contoh, tidak dibuat atap takik atau TR dibuat dua kali, pembuatan TB salah dibuat kurang dari 4cm dari alas takik.

Identifikasi Kuat Acuan Terhadap Jenis Kayu yang Diperdagangkan Di Kota Kupang Berdasarkan SNI 7973:2013

Tujuan penelitian yang dilakukan Hunggurami dkk (2016) untuk mengetahui kuat acuan kayu, besarnya nilai kekuatan diuji secara fisis pengujian berat jenis kayu diuji secara mekanis, menggunakan kayu Meranti, Bayam, Jati Merah, Kemiri dan Kasuari yang diperdagangkan di Kota Kupang. Untuk mengetahui nilai presentase perbandingan kekuatan kayu yang diuji secara mekanis kuat acuan diperoleh dengan pengujian fisis berdasar pengujian berat jenis kayu.

Penelitian ini menggunakan metode pengujian di Laboratorium, pengujian yang dilakukan adalah pengujian kadar air, pengujian tekan tegak lurus sejajar serat kayu dan pengujian kuat lentur kayu. Ukuran benda uji untuk pengujian kuat lentur kayu 50mm x 50mm x 760mm. Hasil pengujian kuat lentur kayu ditampilkan pada tabel 3

Tabel 3. Rata – Rata Kuat Lentur (Hunggurami dkk, 2016)

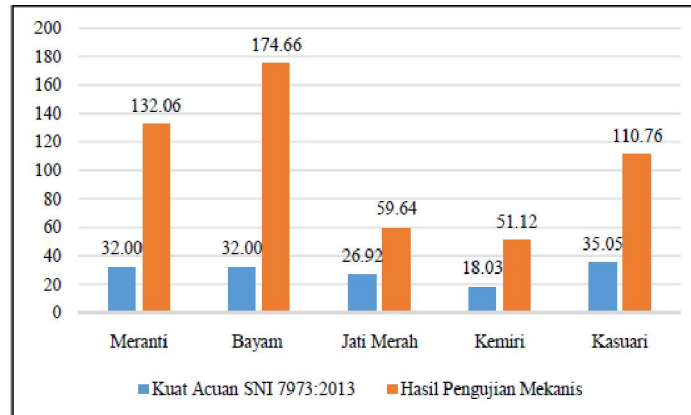
Jenis Kayu	Rata-rata Kuat Tekan Tegak Lurus Serat (MPa)
Meranti	132.06
Bayam	174.66
Jati Merah	59.64
Kemiri	51.12
Kasuari	110.76

Dari pengujian kuat lentur pengujian lima jenis kayu disimpulkan bahwa kayu Bayam memiliki kuat lentur terbesar, sedangkan kayu Kemiri memiliki nilai kuat lentur terkecil. Data-data dari hasil pengujian laboratorium kemudian dilakukan perbandingan antara hasil uji mekanis dan kuat acuan berdasarkan SNI 7973:2013 untuk mengetahui besarnya presentase perbandingan. Perbandingan hasil pengujian kuat lentur berdasar kode mutu pada SNI 7973:2013 ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Lentur Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu SNI 7973:2013. (Hunggurami dkk, 2016)

Jenis Kayu	Kode Mutu Berdasarkan Uji Berat Jenis (MPa)	Nilai Kuat Lentur		Perbandingan Kayu yang Diteliti Dengan SNI 7973:2013 (%)
		Berdasarkan SNI 7973:2013	Berdasarkan Uji Mekanis Kayu Yang Diteliti (MPa)	
Meranti	E14	32.00	132.06	312.64
Bayam	E14	32.00	174.66	445.74
Jati Merah	E12	26.92	59.64	121.51
Kemiri	E9	18.03	51.12	183.46
Kasuari	E15	35.05	110.76	215.99

Hasil perbandingan lima jenis kayu untuk kuat lentur, nilai yang mendekati nilai desain acuan SNI 7973:2013 adalah kayu Jati Merah 121,51%. Diagram perbandingan hasil pengujian kuat lentur dengan kuat acuan berdasarkan kode mutu SNI 7973:2013 ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Lentur Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu SNI 7973:2013. (Hunggurami dkk, 2016)

Kayu Durian

Kayu durian berasal dari pohon durian yang banyak di daerah iklim tropis. Tanaman ini banyak tersebar di beberapa daerah seperti Indonesia, Thailand, Filipina, Malaysia, Kamboja dan Laos. Beberapa negara membudidayakan pohon durian untuk diambil buahnya ataupun batang pohonnya.

Kayu durian tergolong kayu relative ringan dan tingkat keawetan agak rendah. Permukaan kayu durian memiliki perbedaan dengan jenis kayu lainnya. Permukaan kayu durian cenderung berbulu, tetapi kayu durian cenderung memiliki tingkat pengerjaan yang bagus.

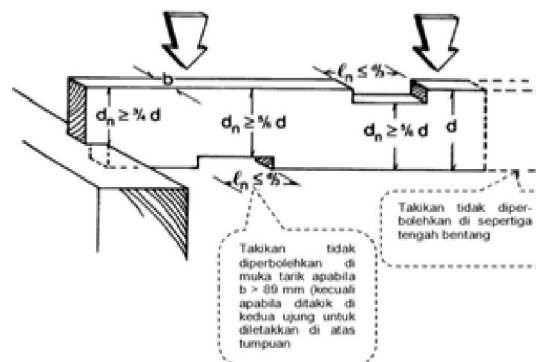
Tegangan Balok Kayu

Tegangan atau kekuatan ialah kemampuan untuk mendukung gaya luar atau beban yang berusaha merubah ukuran dan bentuk kayu. Beban luar yang bekerja mengakibatkan timbulnya gaya-gaya dalam pada bahan yang berusaha menahan perubahan ukuran dan bentuk. Gaya dalam disebut tegangan dengan satuan N/mm². Rumus mencari tegangan sebagai berikut:

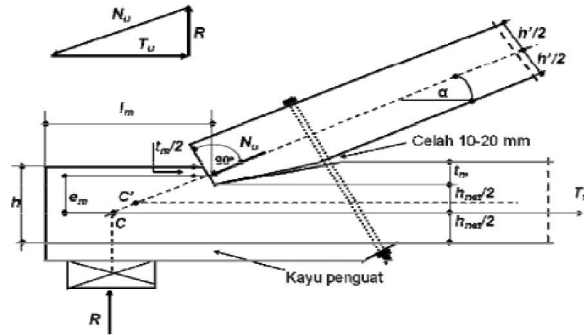
$$\sigma = \frac{M \times (1/2 \times h)}{I} \quad (1)$$

Takikan

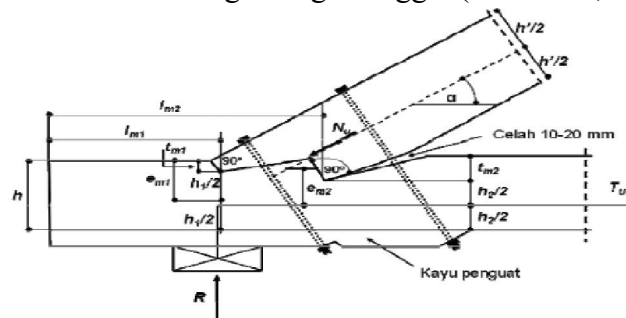
Takikan merupakan cara untuk membuat sambungan pada kayu sebagai bahan konstruksi, karena kayu memiliki panjang terbatas. Namun didalam SNI 7973-2013 sudah dijelaskan komponen struktur lentur tidak boleh ditakik melebihi ketentuan. Sambungan ini diberi nama sambungan gigi. Contoh sambungan gigi dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 7. Ketentuan Takikan SNI 7973-2013



Gambar 8. Sambungan Gigi Tunggal (Awaludin, 2005)



Gambar 9. Sambungan Gigi Majemuk (Awaludin, 2005)

Metode Penelitian

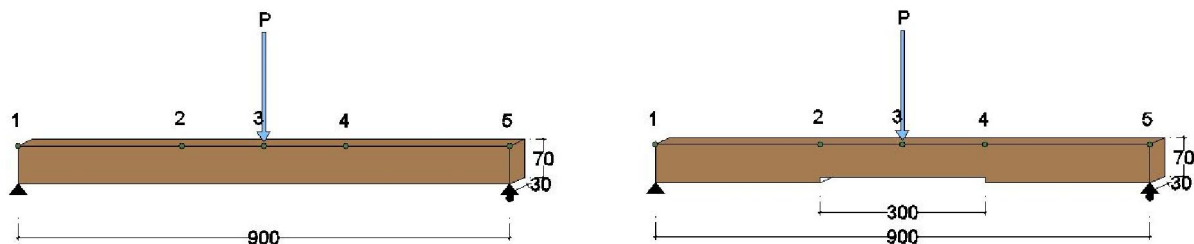
Analisis benda uji menggunakan excel untuk menghitung momen di setiap titik, momen inersia, tegangan lentur dan gambar grafik hasil analisis.

Benda Uji

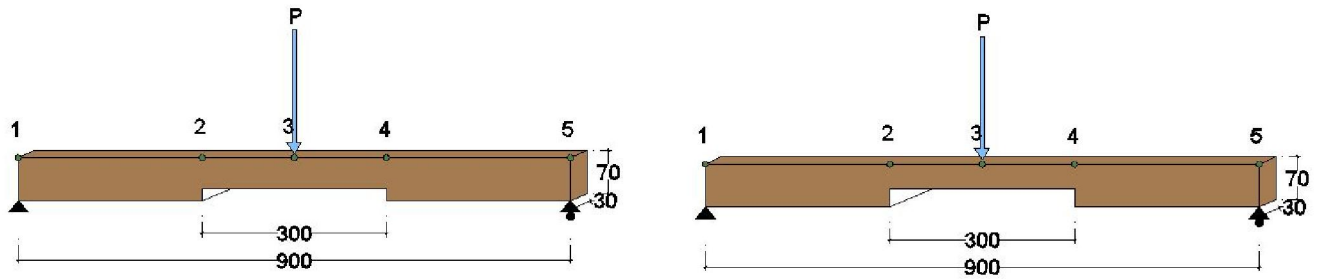
Benda uji yang dianalisis untuk uji kuat lentur yaitu balok kayu durian dengan ukuran 90 cm x 7 cm x 3 cm diberi takikan dengan ukuran pada tabel 5

Tabel 5. Ukuran Takikan Pada Balok

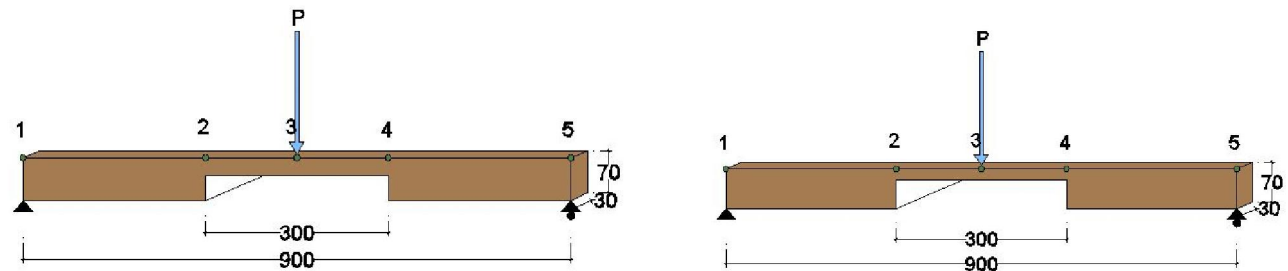
Tipe	Panjang Takikan (mm)	Tinggi Takikan (mm)
A	utuh	utuh
B	300	10
C	300	20
D	300	30
E	300	40
F	300	50
G	300	60



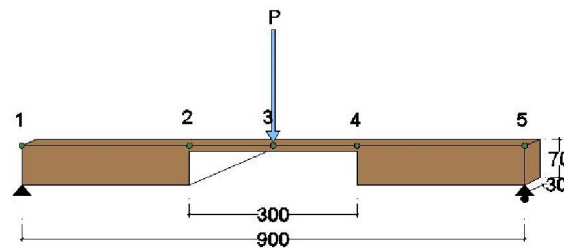
Gambar 10. Sketsa Benda Uji Variasi A dan B



Gambar 11. Sketsa Benda Uji Variasi C dan D



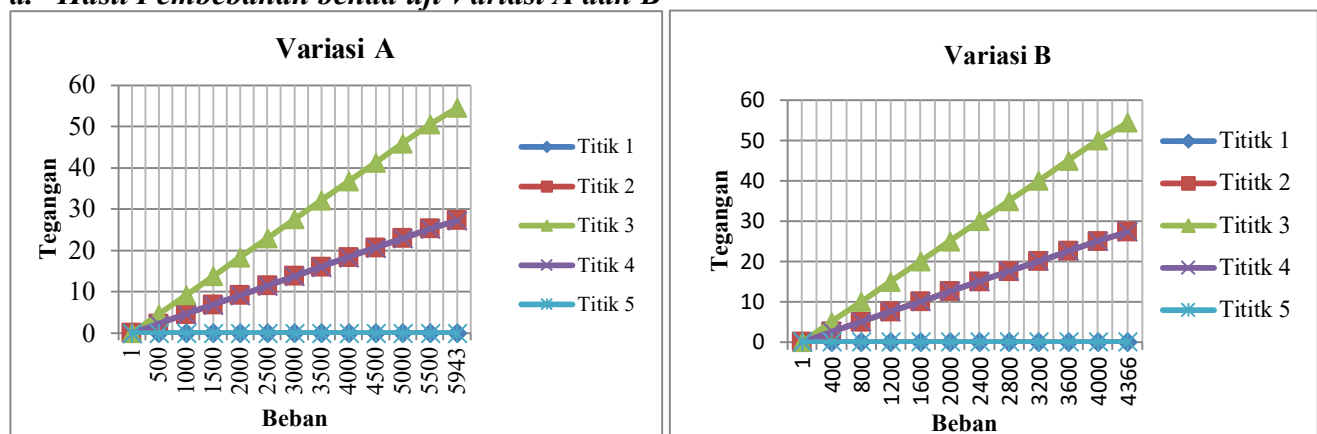
Gambar 12. Sketsa Benda Uji Variasi E dan F



Gambar 13. Sketsa Benda Uji Variasi G

Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Pembebanan benda uji Variasi A dan B



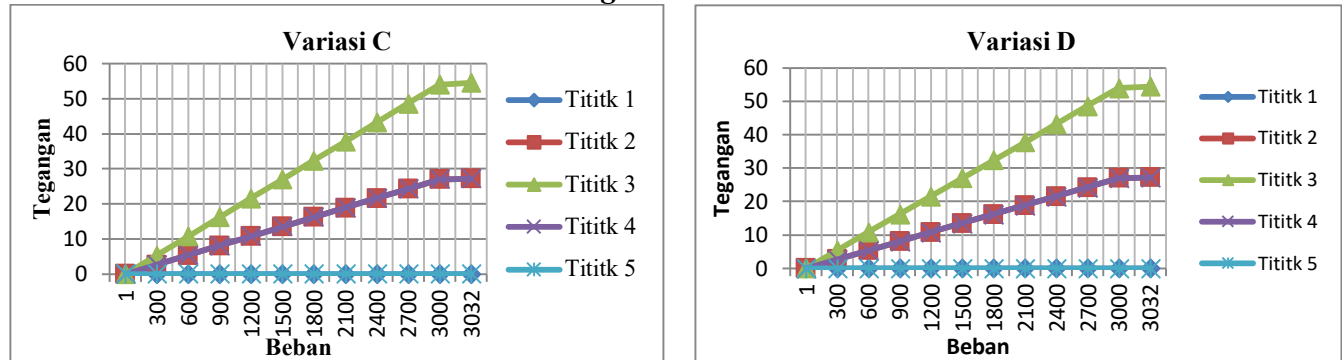
Gambar 14. Grafik Beban Dengan Tegangan Balok Utuh Variasi A dan Variasi B

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya didapat nilai tegangan runtuh balok kayu Durian sebesar 54,57 N/mm² maka dari grafik diatas menunjukkan hasil analisis balok kayu utuh mencapai beban

maksimum sebesar 5943 N dengan tegangan sebesar 54,578 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 2 didapat nilai tegangan 0 N/mm², titik 2 dan 4 didapat nilai tegangan 27,289 N/mm².

Hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi B dengan ukuran tinggi takikan 10 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 4366 N dengan tegangan sebesar 54,575 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 nilai tegangan sebesar 0 N/mm², sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,287 N/mm².

b. Hasil Nilai Beban Maksimum Balok Dengan Takikan Variasi C dan D

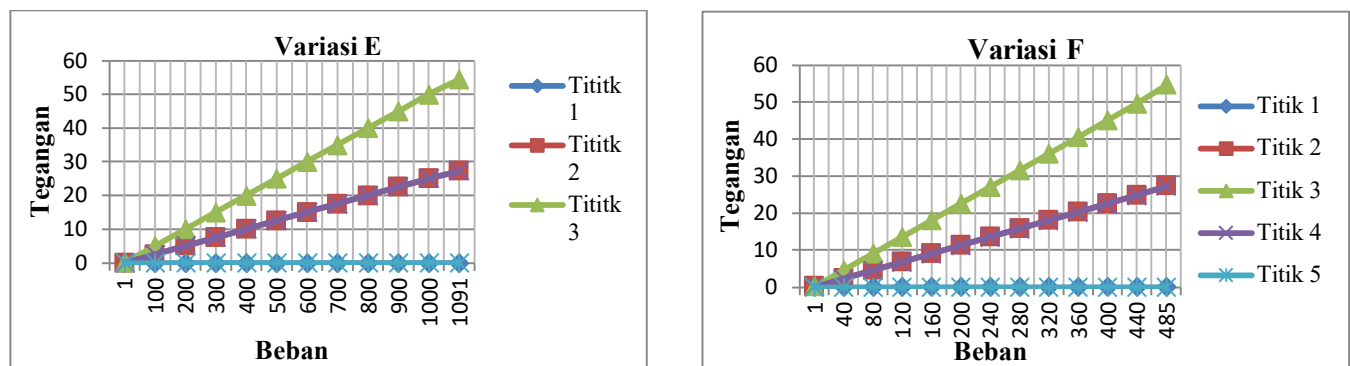


Gambar 15. Grafik Beban Dengan Tegangan Balok Dengan Takikan Variasi C dan D

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya didapat nilai tegangan runtuh balok kayu Durian sebesar 54,57 N/mm² maka dari grafik diatas menunjukkan hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi C dengan ukuran tinggi takikan 20 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 3032 N dengan tegangan sebesar 54,576 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 sebesar 0 N/mm² sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,288 N/mm².

Hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi D dengan ukuran tinggi takikan 30 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 1940 N dengan tegangan sebesar 54,562 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 sebesar 0 N/mm² sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,281 N/mm².

c. Hasil Nilai Beban Maksimum Balok Dengan Takikan Variasi E dan F

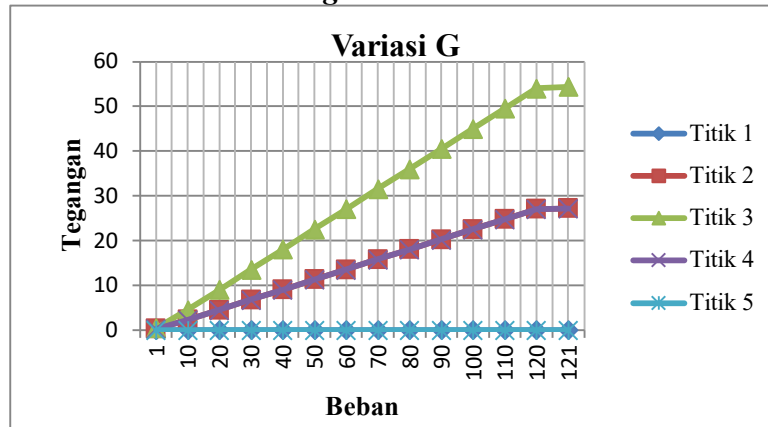


Gambar 16. Grafik Beban Dengan Tegangan Balok Dengan Takikan Variasi E dan F

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya didapat nilai tegangan runtuh balok kayu Durian sebesar 54,57 N/mm² maka dari grafik diatas menunjukkan hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi E dengan ukuran tinggi takikan 40 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 1091 N dengan tegangan sebesar 54,55 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 sebesar 0 N/mm² sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,275 N/mm².

Hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi F dengan ukuran tinggi takikan 50 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 485 N dengan tegangan sebesar 54,562 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 sebesar 0 N/mm² sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,281 N/mm²

d. Hasil Nilai Beban Maksimum Balok Dengan Takikan Variasi G

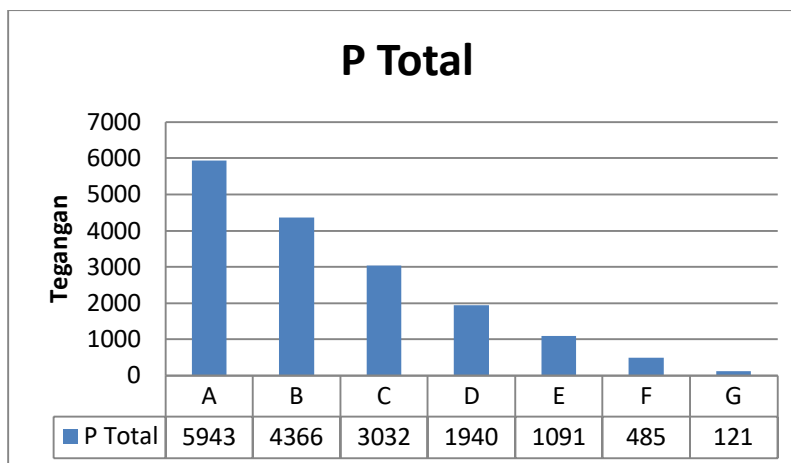


Gambar 17. Grafik Beban Dengan Tegangan Balok Dengan Takikan Variasi G

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya didapat nilai tegangan runtuh balok kayu Durian sebesar 54,57 N/mm² maka dari grafik diatas menunjukkan hasil analisis balok kayu dengan takikan variasi G dengan ukuran tinggi takikan 60 mm dan lebar takikan 300 mm mencapai beban maksimum sebesar 121 kN dengan tegangan sebesar 54,45 N/mm² pada titik 3. Pada titik 1 dan titik 5 sebesar 0 N/mm² sedangkan pada titik 2 dan titik 4 sebesar 27,225 N/mm².

Pengaruh Pembuatan Takikan Pada Balok Kayu

Pembuatan takikan pada balok kayu dapat mempengaruhi beban yang dapat diterima balok kayu. Semakin besar ukuran takikan yang dibuat maka semakin kecil beban yang dapat diterima balok kayu karena ukuran takikan mempengaruhi kekuatan balok kayu tersebut.



Gambar 18. Grafik Nilai Beban (P) Total Dengan Tegangan Semua Jenis Balok

Dari grafik diatas menunjukkan semakin besar ukuran takikan yang dibuat pada balok maka nilai beban maksimal (P total) yang dapat diterima suatu balok semakin kecil. Balok utuh variasi A memiliki nilai P total terbesar dengan 5943 N, sedangkan balok variasi G dengan takikan ukuran tinggi takikan 60 mm dan lebar 300 mm memiliki nilai P total terkecil dengan 121 N.

Kesimpulan

Hasil analisis pengaruh tinggi takikan pada kuat lentur balok kayu Durian (studi kasus pembebanan 1 titik) dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Semakin besar ukuran takikan yang dibuat pada suatu balok kayu maka berpengaruh pada kekuatan balok kayu tersebut, nilai beban yang dapat diterima balok tersebut semakin kecil.
- b. Hasil analisis diperoleh nilai beban maksimum yang dapat diterima balok kayu Durian variasi A sebesar 5943 N, variasi B sebesar 4366 N, variasi C sebesar 3032 N, variasi D sebesar 1940 N, variasi E sebesar 1091 N, variasi F sebesar 485 N dan variasi G sebesar 121 N

Saran

Untuk peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan data yang lebih detail dengan pengujian di laboratorium dan menggunakan aplikasi yang lebih modern agar data yang dihasilkan lebih pasti dan lebih berinovasi.

Daftar Pustaka

- Awaludin, A. (2005). *Dasar-Dasar Perencanaan Sambungan Kayu*. Universitas Gadjah Mada
- Darwis, Z., & Soelarso, S. (2016). *Pengaruh Penggunaan Pasak Dengan Variasi Jarak (10cm, 15cm, 20 cm) Terhadap Kuat Lentur Balok Laminasi Bambu (Dendrocalamus asper)*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Febrianto, A.(2019) *Evaluasi Tegangan Lentur Acuan Kayu Lokal Berdasarkan SNI 7973-2013*, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta.
- Hidayat, A. (2004). *Pengaruh Pembuatan Takik Rebah dan Takik Balas terhadap Arah Jatuh Pohon: Studi Kasus di Hutan Tanaman di Pulau Laut, Kalimantan Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Hunggurami, E., Utomo, S., & Messakh, B. Y. (2016). *Identifikasi Kuat Acuan Terhadap Jenis Kayu yang Diperdagangkan di Kota Kupang Berdasarkan SNI 7973: 2013*. Universitas Nusa Cendana.
- Matana, M. N., Kumaat, E. J., & Pandaleke, R. E. (2017). *Pengujian Kuat Lentur Kayu Profil Tersusun Bentuk I*. Universitas Sam Ratulangi.
- Nugroho, M. S., Awaludin, A., & Supriyadi, B. (2017). *Perencanaan Jembatan Pejalan Kaki Menggunakan Kayu Jati Hutan Rakyat Sebagai Material Kontruks..* Universitas Gadjah Mada.
- Pujianto, P., Basuki, A., & Utomo, B. (2013). *Uji Kuat Lentur Kayu Dengan Tambalan Serbuk Gergaji, Serbuk Ketam Dan Serbuk Amplasan Kayu*. Universitas Sebelas Maret
- Shulhan, M. A. (2019). *Analisis Elemen Hingga Perilaku Lentur Balok Kayu Jati (Tectonagrandis) Dengan Takikan Pada Tengah Bentang*. Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
- Shulhan, M. A., Yasin, I., Prasetya, T., Salim A., & Chan, E. (2018). *Experimental Study of Patching Method on Repairment of Partially Decayed Teak (Tectoma Grandis) Wood Beams* Proceeding of ICSI UNY. Yogyakarta
- Siagian, C., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2017). *Pengujian Kuat Lentur Kayu Profil Tersusun Bentuk Kotak*. Universitas Sam Ratulangi